

UNIVERSITÉ D'AVIGNON  
ET DES PAYS DE VAUCLUSE

Institut Universitaire de Technologie  
Campus Jean Henri Fabre  
337 Chemin des Meinajaries  
84140 Avignon

# Compte-rendu d'entomologie

## Echantillonnage des invertébrés

Comparaison des assemblages d'hexapodes en fonction de trois sites d'étude

Présenté par Audrey Dempsey - Nicolas Martin - Benoît Poss



Année scolaire 2017/2018

DUT Génie Biologique option Agronomie, 2e année

# Sommaire

Introduction.....	1
Matériel et méthodes.....	2
Site d'étude .....	2
Echantillonnage .....	2
Méthode relative : piège fosse ou piège Barber .....	3
Méthode absolue : chasse à vue .....	3
Identification .....	3
Analyses statistiques .....	4
Logiciel statistique .....	4
Richesse spécifique.....	4
Indice basée sur l'abondance relative des espèces.....	4
Index de Simpson .....	4
Index et équitabilité de Shannon .....	5
Indice de Sorensen .....	5
Résultats.....	6
Pourcentage des différents ordres.....	6
Tests statistiques sur le logiciel R.....	7
Richesse spécifique .....	7
Indice basée sur l'abondance relative des espèces.....	7
Index de Simpson .....	8
Index et équitabilité de Shannon .....	8
Indice de Sorensen .....	8
Discussion/Conclusion.....	9
Sources .....	12
Résumé/Abstract.....	13
Annexes .....	14

# Introduction

Le lycée agricole François Pétrarque situé à Avignon route de Marseille possède une exploitation agricole à partir de laquelle les exploitants produisent divers fruits et légumes en culture biologique et raisonnée. Ces produits sont utilisés en circuit court pour la restauration du lycée et la vente directe. Cette exploitation est couplée avec un organisme de recherche qui est le GRAB (Groupe de Recherche en Agriculture Biologique) dont une partie des études se font sur l'effet des diverses pratiques agricoles sur la l'entomofaune des parcelles cultivées. Ces études permettent à l'exploitation du lycée d'améliorer les pratiques culturales pour palier à la difficulté suivante : la limitation de l'usage des produits phytosanitaires. Effectivement le lycée a adhéré depuis 2007 et 2010 respectivement à l'agenda 21 et au plan Ecophyto 2018 (Lycée François Pétrarque, 2017). Ces programmes visent en parti à réduire l'usage des pesticides. Pour respecter son engagement le lycée agricole en partenariat avec le GRAB depuis 2009 a mis en place des haies hébergeant les insectes auxiliaires ainsi que des oiseaux dont les populations sont régulièrement observées in situ par la LPO (Ligue de Protection des oiseaux). De plus l'enherbement depuis 2008 des parcelles de vignes en culture biologique avec de l'épervière piloselle est utilisé pour préserver et développer les populations d'auxiliaires essentielles pour les cultures biologiques. Enfin l'utilisation de filets contre les ravageurs dans les parcelles de pommiers a permis de limiter l'usage des produits phytosanitaires pour permettre une production raisonnée.

L'ensemble de ces mesures prises par l'exploitation pour une culture plus respectueuse de l'environnement a potentiellement un impact sur les insectes présents au niveau des parcelles et en particulier pour les hexapodes. Ces derniers seront l'objet de notre étude. Les hexapodes sont apparus au cours du Dévonien, ils sont composés de trois paires de pattes reliées au thorax ainsi que d'une tête et d'un abdomen, des ailes peuvent être présentes (Futura planète, 2016). Ils occupent une grande partie des habitats connus hormis les régions polaires et les profondeurs de la mer. Ainsi leur répartition est fonction du milieu (Arthaud 1986). Notre objectif est donc de comparer les divers assemblages d'hexapodes sur trois sites différents des parcelles de production de l'exploitation du lycée François Pétrarque. Une friche, un verger de pommiers ainsi qu'une parcelle de vigne seront étudiés. Pour cela nous avons procédé à un échantillonnage des populations en début d'automne grâce à diverses méthodes puis nous avons trié et étudié les divers échantillons ainsi sélectionnés.

# Matériel et méthodes

## Site d'étude

Lors d'une sortie, accompagné par M. Blight, qui a eu lieu le mardi 19 septembre 2017 sur l'exploitation du lycée François Pétrarque à Avignon, nous avons eu l'occasion de prélever des invertébrés.

Ce lycée est situé au niveau de la ceinture verte d'Avignon, est une zone consacrée à l'agriculture de la ville. On y trouve principalement des cultures maraîchères et des vergers, la Durance s'écoulant entre ces cultures. Ce lycée possède une exploitation agricole de 11 hectares consacrée au maraîchage, à la viticulture et à l'arboriculture. Lors de cette étude nous nous sommes intéressés à trois sites : une friche, un verger de pommiers et une parcelle de vigne. (Figure 1) (Exploitation Agricole de l'EPL de la Durance et du Pays des Sorgues)



Figure 1 : Carte géographique des trois sites étudiés : friche, verger et vigne

## Echantillonnage

Pour réaliser les échantillonnages nous avons divisé la promotion en trois groupes et nous nous sommes séparés dans les trois sites différents. Nous avons ensuite procédé aux méthodes d'échantillonnages grâce à deux méthodes différentes : le piège fosse ou piège Barber et le piège par aspiration ou chasse à vue.

## Méthode relative : piège fosse ou piège Barber

Ce piège consiste à placer un pot dans le sol. L'extrémité supérieure du pot doit être au même niveau que la surface du sol. Pour cela nous allons creuser un trou des dimensions du pot afin de placer celui-ci convenablement dans le sol. Au fond du pot nous avons placé du liquide de refroidissement pour tuer et piéger les invertébrés. Les invertébrés se déplaçant sur le sol tomberont donc dans ce piège. Nous avons laissé les pièges en place quinze jours avant de les récupérer. Huit pièges ont été placés par site d'étude. Nous avons installé 8 pièges Barber par site. (Figure 2)



Figure 2 : Piège Barber

## Méthode absolue : chasse à vue



Figure 3 : Piège à aspiration

La seconde méthode utilisée est la chasse à vue. Elle consiste à repérer des invertébrés à l'œil nu et de les aspirer, dans un temps limité (10 fois 20 minutes), grâce à un piège à aspiration (Figure 3), qui se constitue d'un tube à chaque extrémité, une extrémité est solide et une est plus souple, la plus souple servant à aspirer l'invertébré qui sera piégé dans la partie centrale du piège. Une fois le temps écoulé on vide les invertébrés capturés dans une boîte contenant de l'alcool. Cette méthode a été utilisée sur les trois sites d'études.

## Identification

Les invertébrés capturés grâce au piège Barber et à la chasse à vue ont été amenés en laboratoires et ont été identifiés grâce à plusieurs clés d'identifications. Pour ce faire nous avons placé le contenu des pièges Barber dans des tamis pour éliminer le liquide de refroidissement ou l'alcool. Nous avons ensuite placé les invertébrés dans des boîtes de Pétri afin de les identifier sous une loupe binoculaire. Pour la précision des identifications nous sommes allés jusqu'à ordre, famille ou espèce, nous avons attribué un code à chaque espèce et nous avons rédigé une description succincte. Les résultats ont été consignés dans un tableau Excel à trois feuilles, une pour chaque site d'étude.

## **Analyses statistiques**

### **Logiciel statistique**

Les analyses statistiques ont été faites à partir du logiciel R (version 2015). Pour chaque analyses les données ne respectaient pas les conditions paramétriques et des analyses non paramétriques ont donc été faites. Le test statistique Kruskal et Wallis a été utilisé il est l'équivalent non paramétrique du test de l'Anova 1 suivi du test Pairwise qui est l'équivalent non paramétrique du test post-hoc Tukey-HSD quand cela était nécessaire. Les graphiques ont été obtenus à partir de la fonction Barresplot.

Les données utilisées pour réaliser les comparaisons entre chaque site sont le nombre d'individus tombés dans les pièges enterrés (PIT). Cela dans le but de ne pas mélanger cette méthode de capture avec la chasse à vue. Les captures de chasses à vue étant très variables selon les groupes de captures et l'heure de la journée, il est préférable de prendre en compte seulement les pièges enterrés qui sont restés en place durant une longue période car les populations capturées seront plus représentatives des populations totales.

Enfin les statistiques de comparaisons ont pu être réalisées seulement sur les ordres présents dans les pièges d'au moins deux des trois sites.

Le logiciel Excel 2016 de la suite office a été utilisé pour calculer les divers pourcentages et indices ainsi que pour obtenir les graphiques (Figure 4 à 6).

### **Richesse spécifique**

La richesse spécifique représente le nombre d'espèces qui compose un écosystème. Elle permet de mesurer la biodiversité d'un milieu.

### **Indice basée sur l'abondance relative des espèces**

Cet indice se calcule suivant la formule suivante :  $p_i = N_i/N$  où  $N_i$  est l'abondance de l'espèce calculée et  $N$  l'abondance totale dans le milieu de tous les individus récoltés.

C'est un indice de diversité du milieu donnant une proportion significative de chaque espèce dans ce dernier.

### **Index de Simpson**

Cet indice indique la probabilité que 2 individus sélectionnés au hasard soient de la même espèce. La valeur de la diversité peut varier selon l'uniformité ou l'équitabilité des abondances des espèces.

Pour le calculer, il faut utiliser la somme au carré du rapport de l'abondance de l'espèce calculée avec l'abondance totale. Puis faire l'inverse de cette somme, on obtient donc la formule suivante :  $D = 1 / \sum p_i^2$

## Index et équitabilité de Shannon

L'index va permettre de mesurer logarithmiquement la diversité des espèces. L'équitabilité de Shannon va utiliser cette valeur pour savoir l'équi-fréquence des espèces. Plus c'est proche de 1, plus les espèces sont équi-fréquentes.

L'index  $H'$  se calcule suivant la formule :  $H' = -\sum p_i \log(2p_i)$ . Si  $H'$  est élevée, alors y a une forte diversité mais l'index n'a pas de valeur si les espèces sont rares ou peu abondantes.

Quant à l'équitabilité, il se calcule de la manière suivante :  $EH = H' / \log(2S)$  où  $S$  est le nombre d'espèces différentes.

## Indice de Sorensen

Cet indice permet de comparer la biodiversité des espèces entre écosystèmes, ainsi il faut comparer chaque taxon avec la formule suivante :  $B\acute{e}ta = 2c / (S1+S2)$  où  $S1$  est le nombre total d'espèces pour la première communauté,  $S2$  celui pour la deuxième communauté et  $c$  le nombre d'espèces communes aux deux communautés.

Il varie de 0 à 1 suivant le nombre d'espèces communes  $c$ .

# Résultats

## Pourcentage des différents ordres

Nous pouvons remarquer que les pourcentages des différents ordres présents au nombre de 7 dans la friche sont répartis de façon équitable mis à part pour l'ordre des Hémiptères qui représente seulement 2% des pourcentages totaux des ordres présents. Le pourcentage des autres ordres varie entre 8% et 28%. (Figure 4)

POURCENTAGE DES DIFFÉRENTS ORDRES D'HEXAPODES DANS LA FRICHE

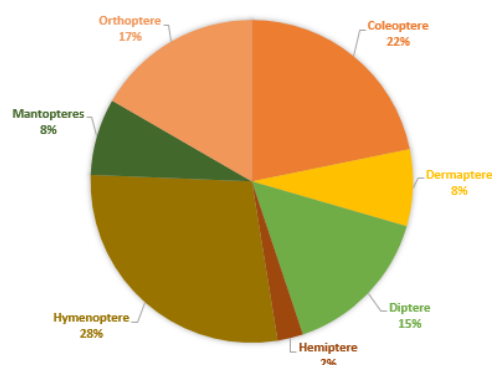


Figure 4 : Pourcentage des différents ordres d'hexapodes dans la friche

En ce qui concerne la parcelle de vignes nous pouvons voir que les ordres ne sont pas répartis équitablement. En effet les hyménoptères représentent 54% des ordres présents sur la friche. Les Coléoptères, mantoptères et dermaptère sont très peu présents leur pourcentage va de 1 à 2%. Enfin les autres ordres qui sont les orthoptères, diptères et hémiptères sont présents de façon modéré. Leur pourcentage varie de 7 à 20% (Figure 5)

POURCENTAGE DES DIFFÉRENTS ORDRES D'HEXAPODES DANS LE VERGER

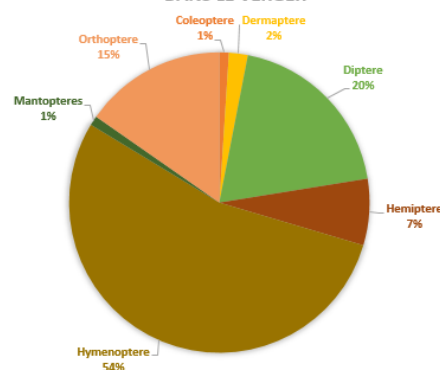


Figure 5 : Pourcentage des différents ordres d'hexapodes dans le verger

Concernant le verger de pommier l'ordre des coléoptères est majoritairement présent (72% des ordres totaux). Les autres ordres sont moyennement ou faiblement représentés, leurs pourcentages varient de 1% pour les mantoptères à 12% pour les hémiptères (Figure 6).

POURCENTAGE DES DIFFÉRENTS ORDRES D'HEXAPODES DANS LE POMMIER

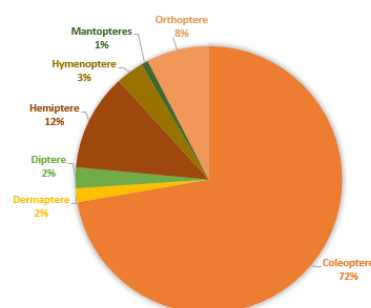


Figure 6 : Pourcentage des différents ordres d'hexapodes dans le pommier



## Tests statistiques sur le logiciel R

Tout d'abord pour l'ensemble des test statistiques de comparaison des différents ordres en fonction des trois différents sites d'échantillonnages, nous pouvons remarquer que seul l'ordre des orthoptères présente une abondance significativement différente ( $p < 0.05$ ) pour les différents sites. Ainsi il y a significativement plus d'orthoptères dans la friche que dans la vigne. Mais il n'y a pas de différences significatives entre l'abondance des orthoptères entre le verger de pommier et la friche et entre le verger de pommier et la vigne. (Figure 11, annexe)

Concernant les quatre autres ordres testés, il n'y a pas de différence significative entre les sites ( $p > 0.05$ ) (Figures 7 à 11, annexe) mais nous pouvons tout de même constater des variations dans l'abondance des ordres piégés. De ce fait il y a relativement plus d'Hyménoptères dans la vigne et friche que dans le verger de pommier (Figure 9, annexe). Les hémiptères sont présents de façon similaires sur l'ensemble des trois sites mais peut-être un peu plus dans le verger de pommier (Figure 10, annexe). Pour ce qui est des coléoptères il y en a relativement plus dans le verger de pommier que dans les deux autres sites (Figure 7, annexe). Enfin pour les diptères, il y en a relativement dans la vigne que dans les deux autres sites (Figure 8, annexe).

## Richesse spécifique

Il y a 7 ordres d'hexapode dans le pommier : coléoptère, dermaptère, diptère, hémiptère, hyménoptère, mantoptère et orthoptère.

De même, dans la vigne, on dénombre le même nombre d'ordres d'hexapode mais ils ne sont pas entièrement identiques. Au lieu d'avoir des dermaptères, il y a des lépidoptères.

La friche a également 7 ordres qui sont : coléoptère, diptère, hémiptère, hétéroptère, hyménoptère, lépidoptère et orthoptère.

Les trois milieux ont une richesse spécifique identique concernant les ordres des hexapodes. Toutefois, ce ne sont pas les mêmes ordres qui se retrouvent.

## Indice basée sur l'abondance relative des espèces

Un ordre se démarque nettement dans le pommier. En effet, l'abondance relative est de 72% pour les coléoptères tandis que les hémiptères ont une abondance relative de 12%.

Dans la vigne, ce sont les hyménoptères qui sont les plus présents avec une abondance relative de 54%. Vient ensuite les diptères et les orthoptères qui sont à peu près égales avec respectivement 19% et 15%. Les autres ordres sont négligeables.

Concernant la friche, quatre ordres sont présents pour une abondance relative allant de 15% à 28%. Il s'agit des coléoptères, des hémiptères, des hyménoptères et des orthoptères.

L'abondance relative n'est pas la même pour les ordres entre les différents milieux. Il est également à noter que lorsque cette valeur n'est pas nulle ou négligeable, cela ne concerne pas les mêmes ordres. Excepté pour les orthoptères dans la vigne et la friche qui ont une valeur proche. (Tableau 5, annexe & Figure 12, annexe)

## Index de Simpson

Ici, l'index va varier entre 1 et 7. En effet, dans chaque milieu on retrouve 7 ordres d'hexapodes. L'index est différent suivant le site. Il sera le plus faible dans le pommier (1,84) et le plus fort dans la friche (5,24). L'index de la vigne se situe entre les deux (2,78). (Tableau 1)

Tableau 1 : Index de Simpson pour les trois sites

Index de Simpson		
Pommier	Vigne	Friche
1,84	2,78	5,24

## Index et équitabilité de Shannon

L'index de Shannon est plus élevé pour la friche que pour les autres sites. En effet celui-ci, de 0,77, est presque deux fois plus grand que celui du pommier qui est de 0,43. L'index de la vigne se situe entre deux avec une valeur de 0,56. (Tableau 2)

Tableau 2 : Index de Shannon pour les trois sites

Index de Shannon		
Pommier	Vigne	Friche
0,43	0,56	0,77

De même que pour l'index de Shannon, on trouve une équitabilité plus grande chez la friche atteignant presque la valeur 1. Il sera plus bas presque de moitié pour le pommier avec 0,51 contre 0,67 pour la vigne qui se situe entre les deux sites. (Tableau 3)

Tableau 3 : Equitabilité de Shannon pour les trois sites

Equitabilité de Shannon		
Pommier	Vigne	Friche
0,51	0,67	0,91

## Indice de Sorensen

On peut voir que la vigne a le même indice de Sorensen avec la friche et le pommier. En effet, la comparaison entre pommier-vigne et friche-vigne donne dans les deux cas 0,86. Cet indice est légèrement plus bas mais quand même proche pour la comparaison entre le pommier et la friche (0,76). (Tableau 4)

Tableau 4 : Indice de Sorensen pour trois comparaisons

Indice de Sorensen		
Pommier et vigne	Pommier et friche	Vigne et friche
0,86	0,71	0,86

## Discussion/Conclusion

Tout d'abord pour ce qui est de l'interprétation des figures, nous pouvons remarquer que le calcul des abondances relatives ainsi que les pourcentages des différents ordres se basent sur les données des pièges et de la chasse à vue. Par contre les comparaisons d'abondances entre chaque site via le logiciel R se basent seulement sur les captures des pièges. Cela peut expliquer les variations entre les différents types de figures. Concernant les quatre barres plots n'ayant pas de différences significatives entre chaque site, il est nécessaire de prendre en compte l'utilisation des tests non paramétriques qui réduisent le niveau de précision. Ainsi les valeurs de la statistique "p" sont certes supérieures à 0.05 mais n'en sont pas très éloignées. De ce fait, si nous avons augmenté le nombre d'échantillon, en rendant potentiellement les données normales et respectant les conditions paramétriques, alors les tests statistiques auraient pu être plus précis et montrer une différence significative de chaque ordre entre les différents sites.

Nous remarquons que les coléoptères sont très abondants dans le verger de pommier, cet ordre est majoritairement représenté par les carabes (voir annexe pommier). Cela peut s'expliquer par le fait qu'ils abondent dans les prairies (formées ici par les bandes enherbées entre les pommiers). De plus l'arrosage des pommiers rend le milieu humide ce qui attire les proies des carabes carnassier qui sont en partie les escargots, limaces et vers (Roux 2018). Par ailleurs, les carabes se déplaçant au sol ont pu être capturés de façon efficace par les pièges enterrés ce qui augmente donc leur effectif au sein des ordres piégés.

Ensuite en ce qui concerne les dermaptères leur présence est constatée seulement dans le verger de pommier. Effectivement ils se nourrissent de débris, de petites proies et de fruits et vivent dans des lieux humides (Chauvin & Le Garff 1986). Le verger de pommier peut donc leur fournir des fruits en abondance et de l'humidité avec l'arrosage et le microclimat formé par les arbres.

Puis, concernant les diptères, cet ordre abonde dans la vigne. L'espèce majoritaire observée est *Stomoxys calcitrans* (voir annexe vigne). Il s'agit d'une mouche qui vit en présences d'animaux pour se reproduire dans leurs déjections permettant de nourrir leurs larves coprophages (Mullen & Durden 2009). Il est curieux de retrouver ce type de mouche en particulier dans la parcelle de vigne, peut-être un animal a pu émettre une déjection proche des pièges ou l'odeur de putréfaction des pièges a pu aussi les attirer. Il est possible qu'il s'agisse d'une erreur d'identification.

Pour ce qui est des Hémiptères, ce groupe est présent majoritairement dans le verger de pommier et dans la parcelle de vigne. De plus, les cicadelles sont les insectes qui représentent ce groupe en majorité (voir annexe vigne). *Stictocephala bisonia* est une cicadelle exotique qui pond sous l'écorce des pommiers et dont les larves se développent ensuite sur les herbacées présente dans la parcelle. La cicadelle de la vigne (*Scaphoideus titanus*) quant à elle est inféodée à la vigne et est vectrice de la flavescence dorée (Didier & Guyot, 2012). Le niveau d'identification n'est pas suffisant pour affirmer qu'il s'agit de ces deux cicadelles mais il est très probable qu'elles y correspondent.

Les hyménoptères sont fortement présents dans la vigne. L'espèce qui représente en majorité ce groupe fait partie du groupe des fourmis moissonneuses (voir annexe vigne), il s'agit de *Messor structor*. Cette espèce est granivore et les ouvrières tracent des chemins au sol sur des grandes distances. La forte abondance de cette fourmi dans le pièges de la vigne peut s'expliquer par le fait qu'un ou plusieurs pièges aient été placés sur l'un des chemins empruntés par les fourmis ou proche d'une colonie.

Concernant les ordres des mantoptères, lépidoptères et des Hétéroptères ; leur faible taux de capture ne permet pas d'émettre d'hypothèses sur leur présence.

Enfin le dernier ordre étudié est celui des orthoptères. Cet ordre est peu présent dans le verger de pommier mais il est présent majoritairement dans la friche et la vigne. L'espèce le représentant principalement est *Chorthippus biguttulus* (voir annexe friche et vigne). Il fait partie du groupe des criquets, ces derniers sont essentiellement héliophiles et diurnes (Chinery 1986). C'est pour cela qu'on les trouve en majorité dans les milieux secs et ouverts comme les pelouses sèches ou les vignes.

Par ailleurs, les trois milieux ont une même richesse spécifique (7 ordres dans chaque site) mais pas les mêmes hexapodes s'y retrouvent. Coléoptères, diptères, hémiptères, hyménoptères, orthoptères sont les ordres communs aux trois sites.

L'abondance relative est plus importante pour les ordres se retrouvant dans les trois milieux (coléoptères, hyménoptères, hémiptères, orthoptères). Ceci est confirmé par l'indice de Sorensen qui met en évidence qu'avec la comparaison entre chaque milieu les mêmes ordres sont souvent présents dans les sites comparés. La vigne est toutefois le site ayant le plus d'ordres en commun avec les autres sites.

Il n'y a pas d'ordres ayant une abondance relative assez identique pour les trois sites, seuls les hémiptères et les orthoptères sont assez proches. Ceci peut être relié à l'index de Simpson. Il y aura plus de chance d'avoir une grande uniformité des abondances des ordres dans le pommier que dans les autres milieux et plus de chance que deux individus sélectionnés au hasard appartiennent au même ordre. En effet, même s'il y a 7 ordres de présents, les coléoptères représentent une grande part avec 72% d'abondance relative. La moitié de ces coléoptères étant des Carabidae. En effet, parmi les 86 coléoptères attrapés dans ce site, 48 sont des Carabidae donc 89,6% ont été pris par le piège Barber, système efficace pour cette famille d'hexapode (Jaulin & Soldati, 2003). Leur présence en nombre important s'explique par le fait que ce sont de bons auxiliaires de culture utilisés dans les vergers, sûrement qu'un lâcher de ces insectes à été réalisés et ces derniers étant dans un milieu prospère, ont pu se multiplier (Vonlanthen et al., 2015). Ainsi, ils diminuent grandement l'index de Simpson dans le pommier. De même, dans la vigne l'ordre le plus présent est celui des hyménoptères. Certains de ces insectes sont utilisés dans ce milieu comme de bons prédateurs contre des ravageurs de la vigne tel que la *Cochylis* ou encore la Pyrale de la vigne (Thiery et al., 2001). Un nombre important de Myrmicinae a été capturé, ils sont au nombre de 42 parmi les 53 hyménoptères de la vigne. Toutefois, il est à noter que la moitié sont seulement dans un seul piège, la question ayant été soulevé si le piège était sur un passage, près d'une fourmilière ou si quelque chose les a attirés. Ceci expliquerait pourquoi l'index de la vigne est relativement bas, mais du fait du nombre important et aberrant des fourmis, il serait discutable. Concernant la friche, il n'y a pas d'ordre

d'insecte qui se démarque d'où un index élevé. La friche serait plus un milieu de réservoir pour ces animaux, un milieu leur servant de refuge (Jaulin & Soldati, 2003).

De même, l'index de Shannon très élevé pour la friche indique une très grande diversité des ordres dans ce milieu contrairement au pommier. Cet index concorde avec l'abondance relative et l'index de Simpson trouvé auparavant. Cela peut être mis en relation avec l'équitabilité de Shannon qui est plus élevée pour la friche et donc confirme une équi-fréquences des ordres plus prononcées. Comme dit précédemment, ce milieu servant de réservoir, il est logique d'avoir une grande diversité d'hexapode. Par ailleurs, la friche, contrairement aux deux autres sites, n'est pas un milieu de culture. Ainsi, les populations d'hexapodes n'ont pas été perturbées par les pratiques culturales. Ce qui peut expliquer que l'on arrive à un équilibre entre les divers ordres dans la friche.

Enfin, certaines abondances relatives paraissent cependant fausses de par leur pourcentage et le fait qu'elles ne soient pas sur au moins deux sites comme les dermoptères à 2% dans le pommier ou les hétéroptères à 3% dans la friche. De même pour les mantoptères à 1% dans le pommier et 2% vigne ou les lépidoptères avec 1% dans la vigne et 3% dans la friche. Ceci peut être dû lors de l'identification en laboratoire avec une mauvaise utilisation de la clé de détermination.

Pour conclure nous avons pu voir que les assemblages d'hexapodes varient en fonction des trois sites étudiés. Ainsi il y a plus de coléoptères dont des carabes dans le verger de pommier, et plus d'hyménoptères dans la vigne. Nous avons pu constater que l'abondance des différences ordres est fonction des conditions de milieu ainsi les orthoptères sont présents en majorité dans les zones ouvertes et sèches comme la friche. Alors que les carabes préfèrent les zones humides leur apportant leurs proies et des condition abiotiques favorable. Ensuite la répartition de l'abondance des ordres par sites mis en exergue par l'indice de Simpson montre que la répartition des ordres dans la friche est très homogène contrairement au verger et à la vigne dont les carabes et les hyménoptères respectivement sont très représentés. Ainsi nous avons pu supposer que les pratiques culturales comme les lâchers potentiels d'auxiliaires comme les carabes ou le mode de capture et la pose des pièges peuvent avoir un effet sur les calculs d'abondances relatives. Enfin l'indice de Shannon permet de dire que la diversité des hexapodes est plus importante dans la friche que dans les autres milieux. Cela peut être dû au fait que la friche n'est pas très affectée par les pratiques cultures et donc qu'aucun ordre n'est privilégié ce qui aboutit à un équilibre des populations d'hexapodes et peut jouer le rôle de "réserve d'insectes" pour garantir un bon niveau de biodiversité d'hexapode et limiter les déséquilibres de populations potentiellement néfastes pour les cultures.

Les pratiques culturales ont donc un effet sur l'assemblage des communautés d'hexapodes en modifiant les paramètres du milieu dont l'abondance des ordres d'hexapode dépend comme nous l'avons vu. Cependant il est nécessaire de remarquer que les méthodes de captures ainsi que la précision des identifications peuvent influencer sur les résultats qui peuvent donc être biaisés et sont donc à nuancer.

## Sources

Chauvin G, Le Garff B (1986) Connaître et reconnaître les animaux méditerranéens. Ouest France, Rennes

Chinery M (1986) Insectes de France et d'Europe occidentale. Arthaud, France

Didier B, Guyot A (2012) Des plantes et leurs insectes. Ouae, Guyancourt France

Jaulin S, Soldati F (2003) Coléoptères, orthoptères et Mantoptères du Domaine expérimental de Cazes. OPIE Office Pour les Insectes et leur Environnement, Languedoc-Roussillon

Mullen GR, Durden LA (2009) Medical and Veterinary Entomology. Elsevier, Auburn USA

Roux M (2018) Processus écologiques [http://www.supagro.fr/ress-pepites/processusecologiques/co/2\\_Biologie.html](http://www.supagro.fr/ress-pepites/processusecologiques/co/2_Biologie.html) (accessed 27 December 2017)

Thiery D, Xuereb A, Villemant C, Sentenac G, Delbc L, Kuntzman P (2001) Les parasites larvaires de tordeuses de vignobles : aperçu de quelques espèces présentes dans 3 régions viticoles françaises. IOBC/wprs bulletin 24(7) :135-142

Volanthen O, Fleury D, Delabays N (2015) Influence du mode de production sur les carabes en verger de pommiers. Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture 47(4) :252-258

(2014-2017) Exploitation Agricole de l'EPL de la Durance et du Pays des Sorges <http://www.lycee-petrarque.fr/exploitation/> (accessed 27 December 2017)

## Résumé/Abstract

Le lycée agricole François Pétrarque situé à Avignon route de Marseille possède une exploitation agricole à partir de laquelle les exploitants produisent divers fruits et légumes en culture biologique et raisonnée. L'ensemble des mesures prises par l'exploitation pour une culture plus respectueuse de l'environnement a potentiellement un impact sur les insectes présents au niveau des parcelles et en particulier pour les hexapodes. Ces invertébrés ont été prélevés et identifiés sur trois sites : friche, verger et vigne grâce à deux méthodes : le piège Barber et la chasse à vue suivi d'un piège à aspiration. Plusieurs analyses statistiques grâce au logiciel R et à la détermination d'indicateurs biologiques pour mesurer la biodiversité (richesse spécifique, abondance relative, index de Simpson, index et équitabilité de Shannon, indice de Sorensen) montrent des différences d'abondances des ordres d'hexapode récoltés. Ces disparités sont souvent liées au milieu. En effet, les carabes étant de bons auxiliaires de verger se trouveront principalement dans cette culture tandis que la vigne aura beaucoup d'hyménoptères. Ainsi, on retrouvera des ordres aidant à la culture de raisins ou de pommes. Mais certains, n'ayant pas de rôles à priori dans ces cultures seront également présents comme les lépidoptères ou les mantoptères. De même, la friche n'aura pas d'hexapodes en particulier étant un milieu de passage, de réservoir d'insectes. Toutefois, des inconvénients liés aux méthodes sont observables tant par l'abondance de certains ordres que par l'identification en laboratoire des insectes récoltés.

*Mot clés : culture biologique et raisonnée - hexapodes - indicateurs biologiques – biodiversité - auxiliaires*

The agricultural school François Pétrarque located in Avignon route de Marseille owns a farm where farmers produce various fruits and vegetables in biological and reasoned culture. All the measures taken by the farm for a more environmentally friendly crop potentially have an impact on the insects present in the plots and in particular for the hexapods. These invertebrates were collected and identified on three sites: fallow, orchard and vine thanks to two methods: the Barber trap and the hunting followed by a suction trap. Several statistical analysis using R-software and the determination of biological indicators to measure biodiversity (species richness, relative abundance, Simpson index, Shannon index and equitability, Sorensen index) show differences in abundances of hexapod orders. These disparities are often related to the environment. Indeed, the carabids being good auxiliaries of orchard will be mainly in this culture while the vine will have many hymenoptera. Thus, we will find orders helping the cultivation of grapes or apples. But some, having no prior roles in these crops will also be present as lepidopterans or mantoptera. In the same way, the wasteland will not have any particular hexapods because of it role of reservoir to insects. However, method-related drawbacks are observable both by the abundance of certain orders and by the laboratory identification of the insects harvested.

*Keys words : biological and reasoned culture - hexapods - biological indicators - biodiversity - auxiliaries*

# Annexes

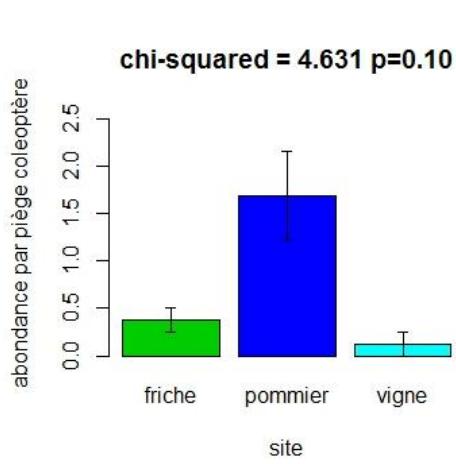


Figure 7 : Abondance par piège des coléoptères

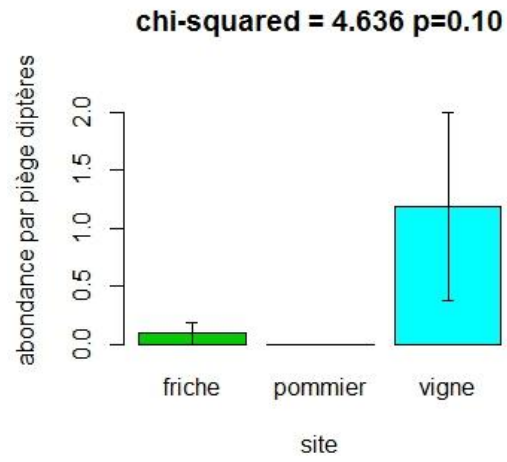


Figure 8 : Abondance par piège des diptères

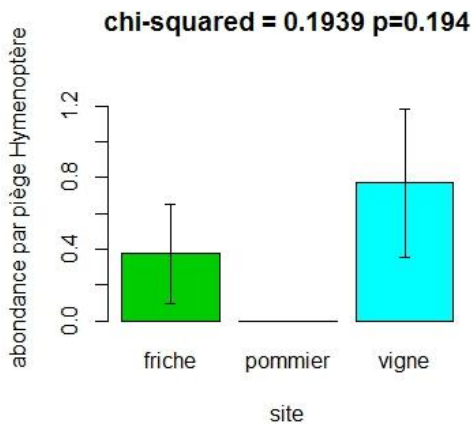


Figure 9 : Abondance par piège des hyménoptères

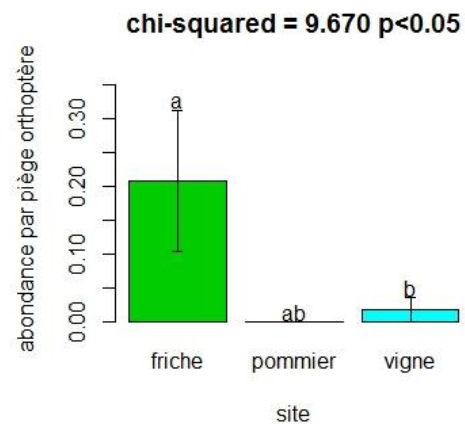


Figure 10 : Abondance par piège des orthoptères

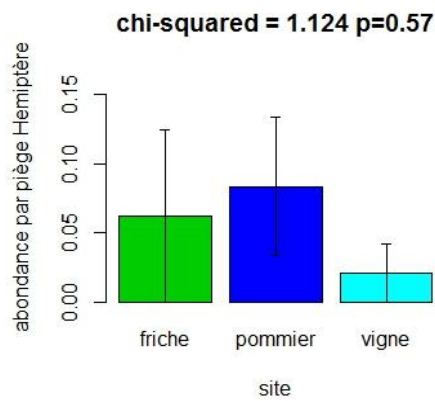


Figure 11 : Abondance par piège des hémiptères



Tableau 5 : Abondance relatives des différents ordres d'hexapodes dans les trois sites

Abondance relative			
Ordre	Pommier	Vigne	Friche
Coleoptere	72%	1%	22%
Dermaptere	2%	0%	0%
Diptere	3%	19%	8%
Hemiptere	12%	7%	15%
Hymenoptere	3%	54%	28%
Mantoptere	1%	2%	0%
Orthoptere	8%	15%	17%
Lepidoptere	0%	1%	8%
Heteroptere	0%	0%	3%

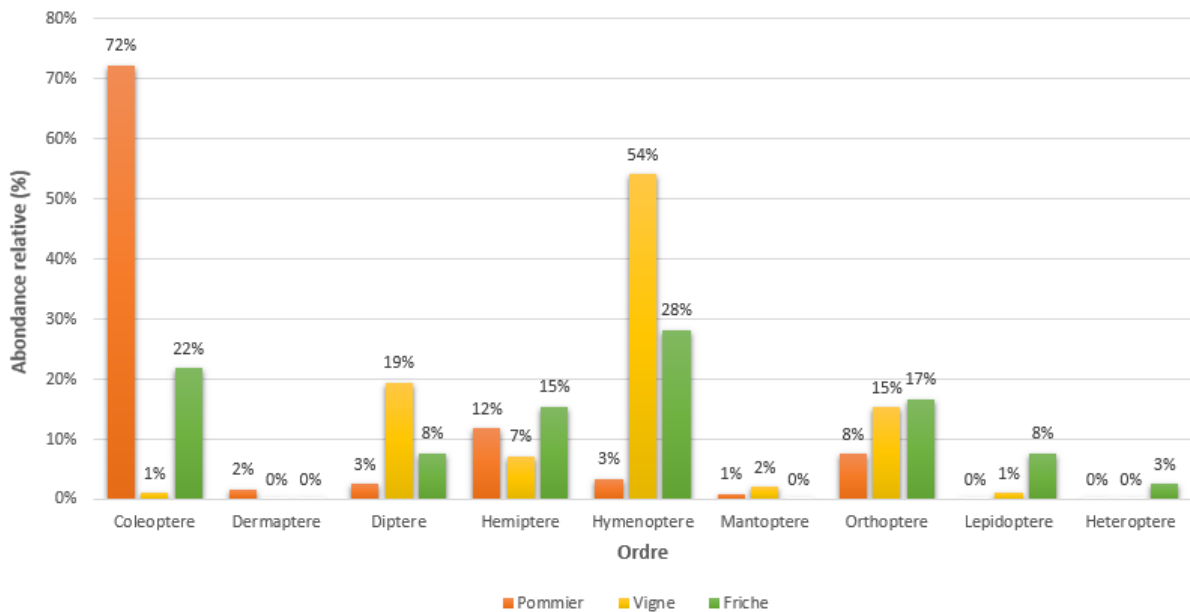


Figure 12 : Abondance relative des différents ordres d'hexapodes dans les trois sites

## Annexes pommier (Tableaux du relevé des hexapodes dans le pommier)

Ordre	Famille	Especies	PIT1	PIT2	PIT3	PIT4	PIT5	PIT6	PIT7	PIT8	CAV1	CAV2	CAV3	CAV4	CAV5	CAV6	CAV7	CAV8	CAV9	CAV10
Coléoptère	Brachidae			8	3															
Coléoptère	Carabidae	Pterostichus madidus	4	5	7	15			1	8		1	1	1			1			
Coléoptère	Carabidae														1					
Coléoptère	Carabidae			1					1	1										
Coléoptère	Staphylinidae	Ocypus olens	5	2	1	7														
Coléoptère	Staphylinidae		10						2											
Dermaptère	forficulidés	Forficula auricularia									1						1			
Diptère	culicidae	Cules pipiens									1		1							1
Hémiptère	cicadellidae	cicadelle														1				
Hémiptère	cicadellidae	cicadelle												1	1	1				
Hémiptère	pyrhocoridae	Punaise																		1
Hémiptère		Piesma maculatum			1															
Hémiptère		cicadelle							1											
Hémiptère	pyrhocoridae	Pyrhocoris apterus	2									1			1	1	1			1
Hyménoptère	Lasius	Lasius fuliginosus												1						1
Hyménoptère	Formicidé	Plagiolepis pygmaea											1							1
Mantoptère	mantidae	religiosa																	1	
Orthoptère	Acrididae	Oedipoda germanica									1									1
Orthoptère	cyrillidés	Acheta domesticus										1		1		1	1			1
Orthoptère	Tettigoniidae	Decticus verrucivorus									1								1	

Ordre	Famille	PIT1	PIT2	PIT3	PIT4	PIT5	PIT6	PIT7	PIT8	CAV1	CAV2	CAV3	CAV4	CAV5	CAV6	CAV7	CAV8	CAV9	CAV10
Coléoptère	Brachidae		8	3															
Coléoptère	Carabidae	4	6	7	15		2	9			1	1	1	1		1			
Coléoptère	Staphylinidae	15	2	1	7		2												
Dermaptère	forficulidés									1					1				
Diptère	culicidae									1		1							1
Hémiptère	cicadellidae													1	2	1			
Hémiptère				1															
Hémiptère							1												
Hémiptère	pyrhocoridae	2									1			1	1	1			2
Hyménoptère	Lasius												1						1
Hyménoptère	Formicidé											1							1
Mantoptère	mantidae																	1	
Orthoptère	Acrididae									1									1
Orthoptère	cyrillidés										1		1		1	1			1
Orthoptère	Tettigoniidae									1								1	

Ordre	PIT1	PIT2	PIT3	PIT4	PIT5	PIT6	PIT7	PIT8	CAV1	CAV2	CAV3	CAV4	CAV5	CAV6	CAV7	CAV8	CAV9	CAV10	Somme
Coléoptère	19	16	11	22		4	9			1	1	1	1		1				86
Dermaptère									1					1					2
Diptère									1		1							1	3
Hémiptère	2		1			1				1			2	3	2			2	14
Hyménoptère											1	1						2	4
Mantoptère																1			1
Orthoptère									2	1		1		1	2	1		2	10

## Annexes friche (Tableaux du relevé des hexapodes dans la friche)

Ordre	Famille	Especies	PIT1	PIT2	PIT3	PIT4	PIT5	PIT6	PIT7	PIT8	CAV1	CAV2	CAV3	CAV4	CAV5	CAV6	CAV7	CAV8	CAV9	CAV10	
Coléoptère	ténébrionidés	stenebrio molitor L.																			
Coléoptère		Pyrrhocoris apterus																			
Coléoptère		dixus clypeatus								1											
Coléoptère		carabidae				2	3	2		2											
Coléoptère		staphylinidae						1		2											
Coléoptère				2																	
Diptère													1								
Diptère	culicidae	Cules pipiens															1				
Diptère															1						
Diptère	muscidés	musca domestica		3																	
Hémiptère																					1
Hémiptère	cicadellae	Psammotettix alienus		1																	
Hémiptère	pyrrhocoridae	Pyrrhocoris apterus									1			1		1		1			
Hémiptère															1						
Hémiptère															1						
Hémiptère																					2
Hétéroptère														1							
Hétéroptère										1											
Hétéroptère																					
Hyménoptère	Formicidé	Plagiolepis pygmaea																			1
Hyménoptère	vespidae	Paravespula germanica														1					
Hyménoptère															1						
Hyménoptère		Pheidole pallidula	5						10					1							
Hyménoptère		Tapinoma nigerrimum													1						2
Lépidoptère																					1
Lépidoptère												2		1							
Orthoptère	Acrididae	Chorthippus briguttulus		1		1				1	3	1	1								
Orthoptère		Platycleis albopunctata									1	1	1								
Orthoptère	acrididae	Oeudipode stridulante		2																	
Hémiptère	cicadelle							1	1												

Ordre	PIT1	PIT2	PIT3	PIT4	PIT5	PIT6	PIT7	PIT8	CAV1	CAV2	CAV3	CAV4	CAV5	CAV6	CAV7	CAV8	CAV9	CAV10	Somme
Coléoptère		2		2	4	2		5											15
Diptère		3									1		1		1				6
Hémiptère		1			1	1			1	1		1	2	2		1			14
Hétéroptère						1					1								2
Hyménoptère	5						10				1	1	2		1				22
Lépidoptère										2		1				1			4
Orthoptère		3		1						4	2	2							13

## Annexe vigne (Tableaux du relevé des hexapodes dans la vigne)

Ordre	Famille	Especies	PIT1	PIT2	PIT3	PIT4	PIT5	PIT6	PIT7	PIT8	CAV1	CAV2	CAV3	CAV4	CAV5	CAV6	CAV7	CAV8	CAV9	CAV10
Coléoptère	Chrysomelidae		1																	
Mantoptère		Empusa pinata										1		1						
Diptère	Chloropidae	lipara lucens	1			6														
Diptère		Stamoxys Calcitrans			12															
Hémiptère												1								
Hémiptère		Lygaeus saxatilis										1								
Hémiptère	ligacidae	Tropidothorax leucopterus																		1
Hémiptère	Phyroccoridés	Phyroccoris apterus												1				1		
Hémiptère																				1
Hémiptère		cicadelle								1										
Hyménoptère		Camponotus aethiops	1																	
Hyménoptère		Messor bouvieri			5															
Hyménoptère		Aphenogaster senilis										1								
Hyménoptère	Myrmicinae	Messor structor		21		1			6	8			1	1	1	1	1			1
Hyménoptère	Cynipidés	Diplohepis rosae cynips												1						
Hyménoptère	Cynipidés													1						
Hyménoptère	Myrlicidae	Creinatogaster scutellaris								1										1
Lépidoptère	nymphalidés	Malanargia galathéa												1						
Mantoptère		Empusa penata															1			
Orthoptère	Acrididae	Chorthippus briguttulus	1									1	1	1	1		1	1		
Orthoptère	Acrididae	Chorthippus brunneus												1	1					
Orthoptère	Acrididae	Euchorthippus declivus																		1
Orthoptère	Acrididae																			1
Orthoptère	Acrididae												1							
Orthoptère														1						
Orthoptère		Doclostaurus marocconus															1			1

Ordre	PIT1	PIT2	PIT3	PIT4	PIT5	PIT6	PIT7	PIT8	CAV1	CAV2	CAV3	CAV4	CAV5	CAV6	CAV7	CAV8	CAV9	CAV10	Somme
Coléoptère	1																		1
Diptère	1		12	6															19
Hémiptère								1		2		1			1			2	7
Hyménoptère	1	21	5	1			6	9		1	1	3	1	1	1		1	1	53
Lépidoptère												1							1
Mantoptère										1		2		1					4
Orthoptère	1									1	2	3	2	1	1	1	2	1	15